

Lipide

Dr. Gudrun Nagl

Lipide - Allgemeines

- Dazu gehören:

Fette, Öle, Fettbegleitstoffe

- Vorkommen:

In biologischem Material - Zellen, Gewebe

- Depot- und Organfett, Samen- und Fruchtfleischfett

- Bausteine der Zellmembranen, Farbstoffe, Vitamine,

- Chemischer Aufbau

durchaus sehr unterschiedlich in der Struktur

(Fettalkohole, Sterole, Triglyceride, Tocopherole,

Wachse, ..)

Lipide - Allgemeines

- Chemisch/physikalische Eigenschaften:

löslich in organischen (unpolaren) Lösungsmitteln und so leicht von Proteinen und Kohlenhydraten abzutrennen

Grenzflächenaktiv: enthalten hydrophile Gruppen

hohe Energiedichte (1g Fett = 38,9 kJ oder 9,3kcal)

- Ernährungsphysiologische Bedeutung:

größte Energielieferant

essentielle Fettsäuren

Vitamine

Verdaulichkeit – emulgierte Fette (Butter)

Cholesterin, Phytosterine

- Funktionelle Eigenschaften:

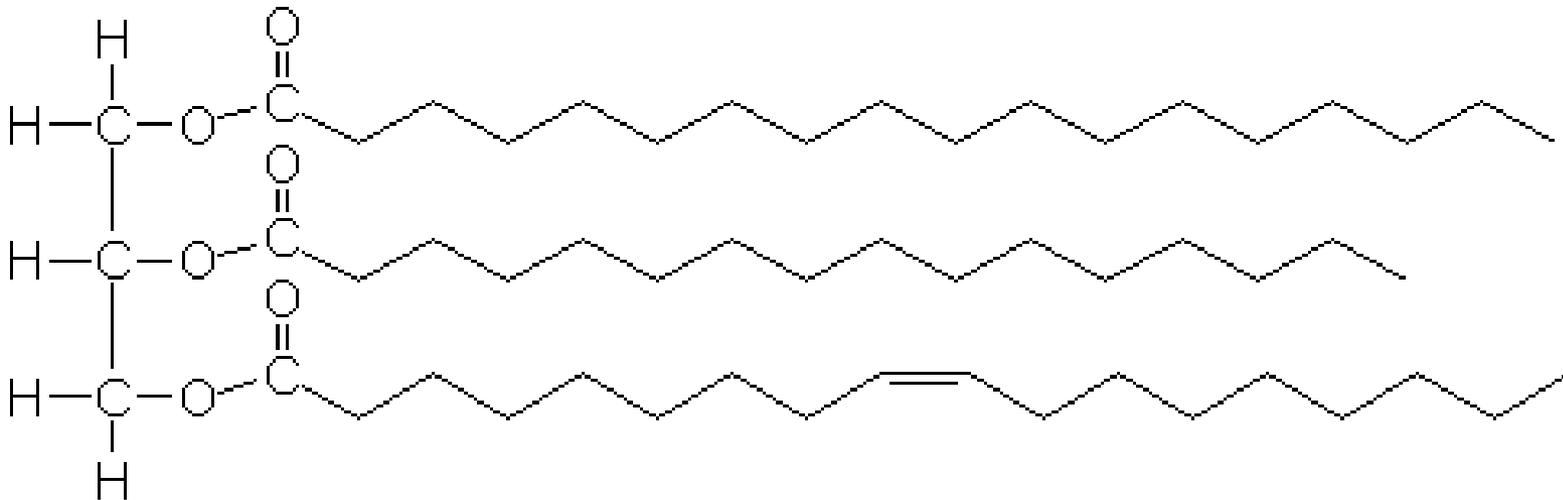
Emulsionsbildung, Textur, Lösungsmittel/Vorläufer von Aromastoffen, Medium zur Wärmeübertragung,...

Einteilung der Lipide

- Einfache Lipide:
 - Neutralfette (Mono-, Di- und Triacylglyceride)
 - Wachse
- Lipid-Derivate:
 - Fettsäuren, Alkohole (>C10)
 - Lipovitamine, fettlösliche Aromastoffe
 - Kohlenwasserstoffe (Squalen, Carotinoide)
 - Steroide (Cholesterin, Steroidhormone)
- Zusammengesetzte Lipide:
 - Sphingolipide; Lipoproteine
 - Phospho-Glycerolipide (Lecithin, Plasmalogene u.a.)

Neutralfette

= Ester aus Glycerol und drei Fettsäuren
(Triglycerid)

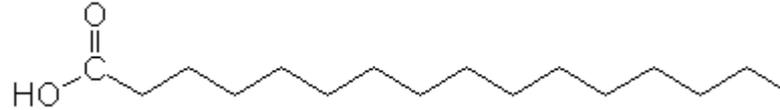
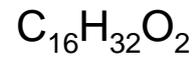


Fettsäuren

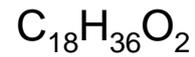
- alle Carbonsäuren in Fetten = Fettsäuren
- aus Essigsäure-Bausteinen aufgebaut → geradzahlig !
- Kurzkettige Fettsäuren (z.B. Buttersäure) eher selten bzw. treten erst bei Abbauprozessen auf
- Biologische Fettsäuren meist geradzahlig, fast immer unverzweigt (Ausnahme: Membranlipide von Archaea)
- wichtigsten Fettsäuren besitzen Kettenlängen von 16 bis 20 C-Atomen und bis zu vier Doppelbindungen. An den Doppelbindungen liegt stets *cis*-Konfiguration vor.

Fettsäuren

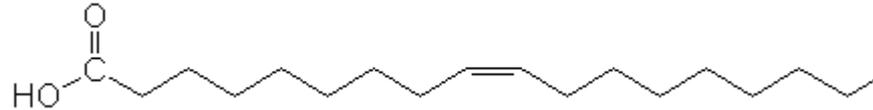
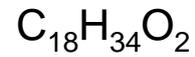
Palmitinsäure



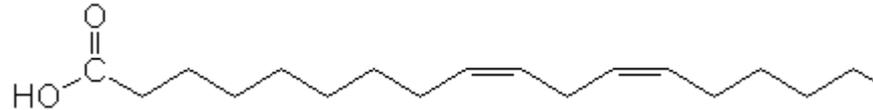
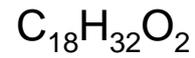
Stearinsäure



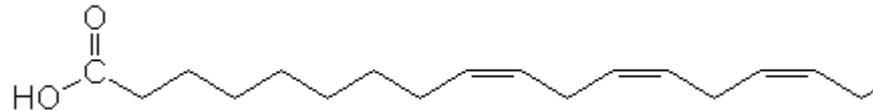
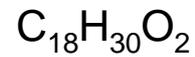
Ölsäure



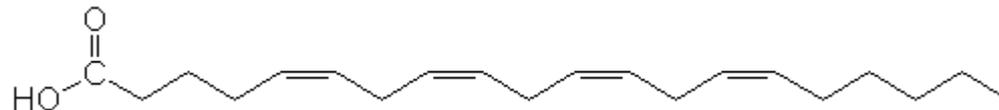
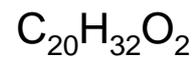
Linolsäure



Linolensäure

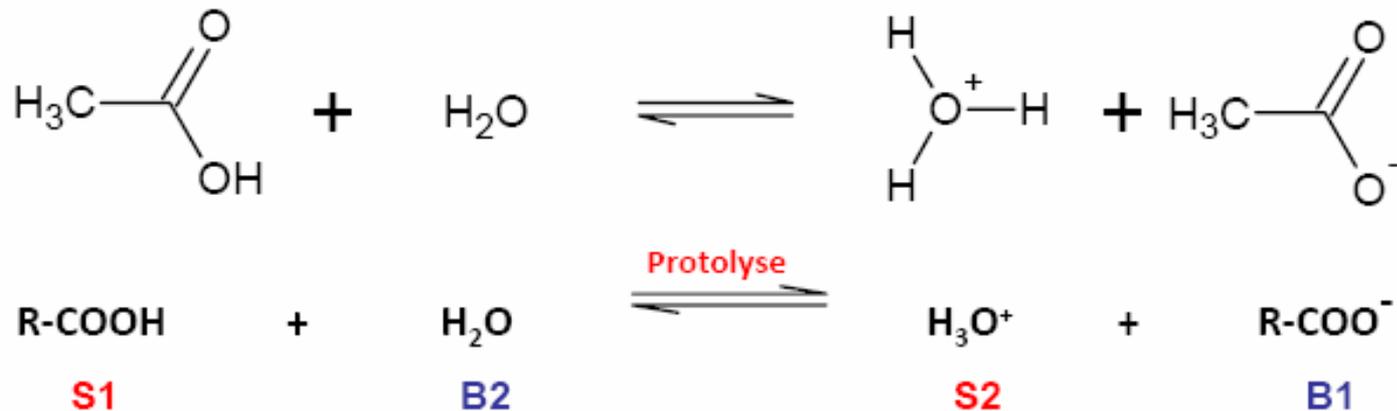


Arachidonsäure



Carbonsäure

- Funktionelle Gruppe: Carboxylgruppe **-COOH**
- Benennung: **-säure** bzw. **-carbonsäure¹⁾**
- Carboxylgruppe kann leicht H^+ abgeben => **Säure**



1) Wenn der Säure – Kohlenstoff nicht zum „Stamm“ zählt !!!

Fettsäuren - Sättigungsgrad

- enthalten Doppelbindungen
- dadurch sehr reaktionsfähig
- neigen zur Oxidation, Polymerisation und Additionsreaktionen → Verderb!
- → durch technologische Prozesse veränderbar!
- Bei wichtigen Fettsäuren liegen die Doppelbindungen stets in *cis*-Konfiguration vor.

Fettsäuren - essentielle

- **Essentielle** Fettsäuren:
- = cis-Fs.;
- **Linol-**, Linolens-, (Arachidonsäure)
- Arachidonsäure ist nur in tier. Fetten vorhanden
- Arachidonsäure kann im menschlichen Organismus aus Linolsäure aufgebaut werden
- **Omega Fs.:** $\omega 3$ – $\omega 6$ Fettsäuren, gezählt wird vom Methylende
 - Letzte Buchstabe im griechischen Alphabet

Omega 3 Fs

<u>Alpha-Linolensäure</u> Lein-,Walnuss-, Hanf-, Raps- und Sojaöl	18:3 ($\omega-3$)	(9Z,12Z,15Z)- Octadecatriensäure
<u>Eicosapentaensäure</u> EPA, Timnodonsäure in Fischölen	20:5 ($\omega-3$)	(5Z,8Z,11Z,14Z,17Z)- Eicosapentaensäure
<u>Docosahexaensäure</u> DHA, Cervonsäure in Fischölen, Muttermilch	22:6 ($\omega-3$)	(4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Z)- Docosahexaensäure

Omega 6 Fs

<u>Linolsäure</u> Pflanzenöle, Distel-, Sonnenblumen-, Traubenkernöl	18:2 ($\omega-6$)	(9Z,12Z)- Octadecadiensäure
<u>Gamma- Linolensäure</u> Ca. 3% im Hanföl	18:3 ($\omega-6$)	(6Z,9Z,12Z)- Octadecatriensäure
<u>Arachidonsäure</u>	20:4 ($\omega-6$)	(5Z,8Z,11Z,14Z)- Eicosatetraensäure

Vergleich Omega 6:3

Omega-6-Fettsäuren

Linolsäure (Pflanzenöle)



Arachidonsäure (Fleisch)



- **stark entzündungsfördernd**
- **gefäßverengend**
- **↑ Blutdruck**
- **↑ Blutviskosität**
- **↑ Plättchenaggregation**
→ **↑ Thromboserisiko**

Omega-3-Fettsäuren

α-Linolensäure (Rapsöl, Leinöl, Walnussöl)



EPA – Eicosapentaensäure

DHA – Docosahexaensäure

} Kaltwasserfische



- **stark entzündungshemmend**
- **gefäßerweiternd**
- **↓ Blutdruck, ↓ ↓ TG**
- **↓ Blutviskosität**
- **↓ Plättchenaggregation**
→ **↓ Thromboserisiko**

Vergleich Omega 6:3

- Günstig: Omega-6 zu Omega-3-Verhältnis von etwa **4:1**
- heute liegt dieses Verhältnis meist bei etwa 20:1
- Omega-3 und Omega-6 Fs brauchen die gleichen Enzyme für ihren Stoffwechsel

Omega-6 zu Omega-3-Verhältnis von etwa 4:1

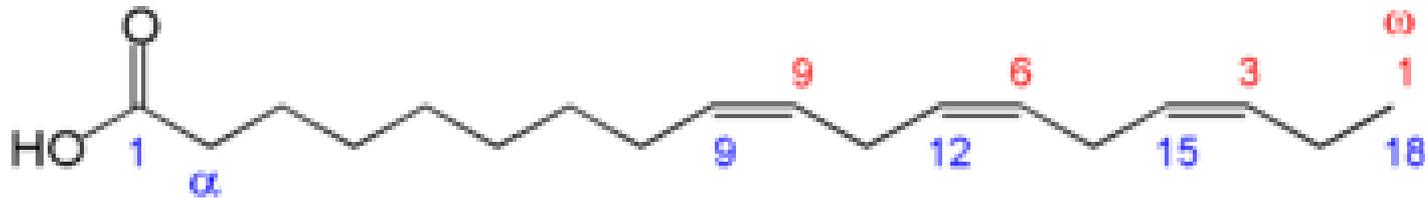
- Omega-6:

- Entzündungsfördernde Prostaglandine, Entzündungskrankheiten (Arthritis, Herz-Gefäßerkrankungen)

- Omega-3

- Entzündungshemmende Prostaglandine
- Eicosanoide – Neurotransmitter, Hormonähnlich
- Senken Blutdruck und Herzfrequenz
- Linderung von Gelenkentzündungen, Insulinresistenz, Diabetes, Erkrankungen des Gehirns wie Alzheimer, Demenz

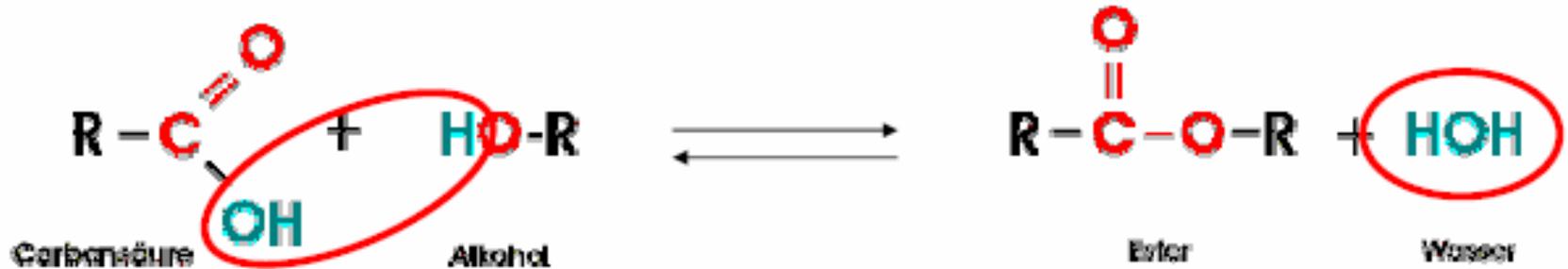
Fettsäuren



(9Z,12Z, 15Z)- Octadeca- 9,12,15- triensäure

C18:3 Linolensäure C₁₇H₂₉COOH

Ester



Sphingolipide

Vorkommen: Membran, Nervengewebe –
für Signalübertragung verantwortlich

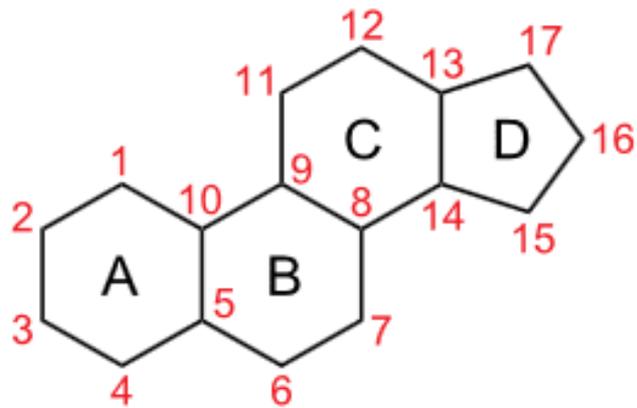


Kohlenwasserstoffe

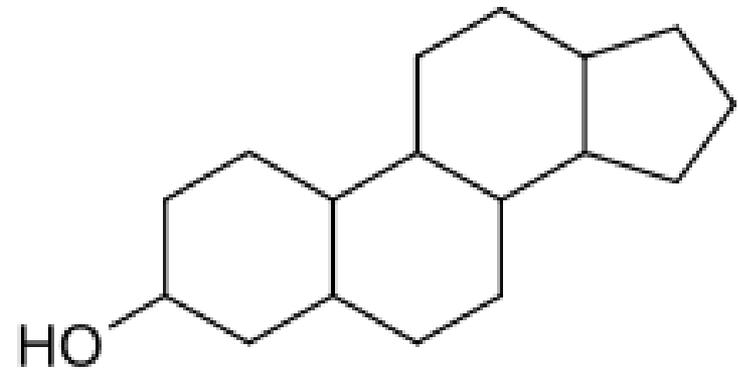
- Aliphate (KW ohne Aromate)
- Terpenoide (Squalen)
- [Ziegenmilch](#) und in vielen pflanzlichen Ölen wie [Olivenöl](#) (0,1–0,7 %), [Weizenkeimöl](#) oder [Reisöl](#) (unter 0,03 %); Hauptvorkommen sind Fischöle. Hailebertran (40–90 %), [Fischölen](#) bis zu 30 %



Sterole



Steran



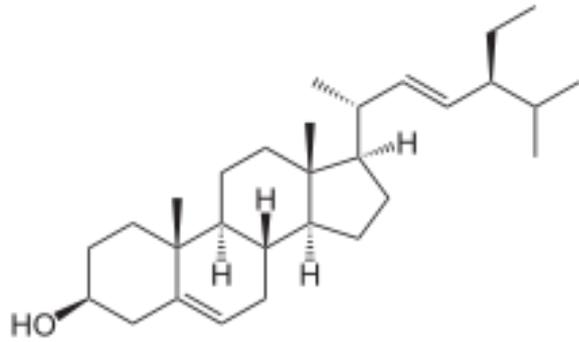
Sterol / veraltet Sterin

Sterole

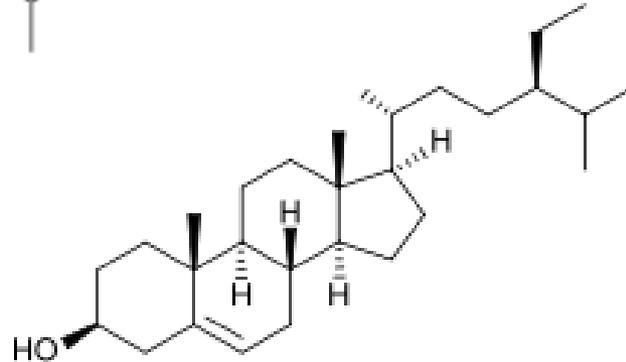
kommen in natürlichen Nahrungsfetten nur zu 0,2-1,5% vor, Hauptanteil des Unverseifbaren der Fette

Einteilung:

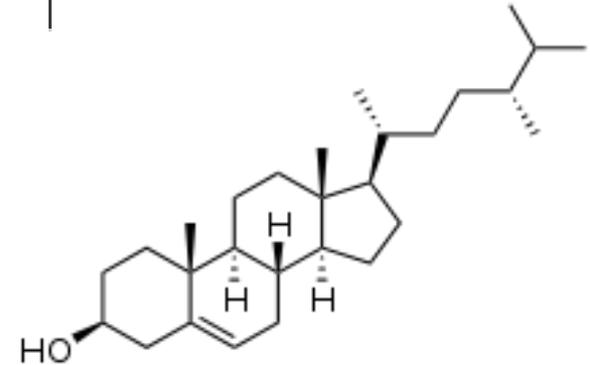
- Zoosterole tierisch
 - Cholesterol, Dehydrocholesterol
- Phytosterole – Bestandteil aller Pflanzenzellen
 - Sitosterol, Stigmasterol, Campesterol
- Mycoesterole – in Hefe, aber auch Milch, Butter, Eigelb
 - Ergosterol



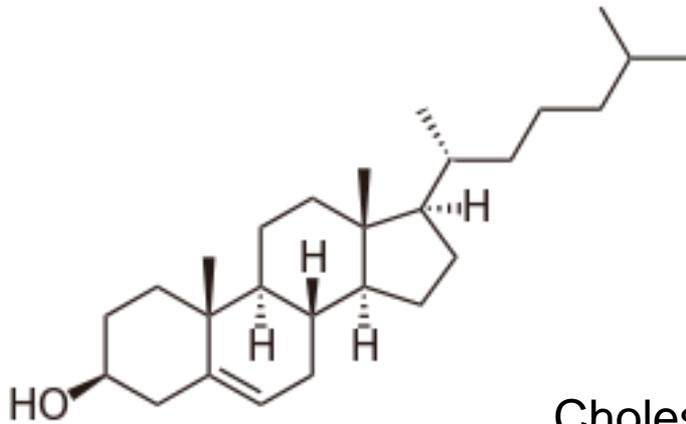
Stigmasterol



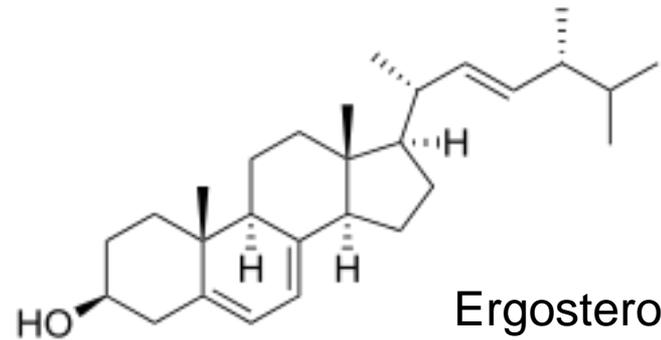
Sitosterol



Campesterol



Cholesterol



Ergosterol

Cholesterin

- Vorkommen:
 - vor allem in tierischen Lebensmitteln
 - aber auch bis zu 0,01% in Palmöl, Kakaobutter und Rapsöl
 - „cholesterinfreie“ LM wenn $<0,005\%$ Cholesterin
- Wichtig für
 - Vitamin D, Gallensäuren
 - Hormone
 - Membranbestandteile

Lebensmittel	Cholesteringehalt in %
Butter	0,2
Schmalz	0,1
Eigelb	1,3
Lebertran	0,5

Phytosterol

- Vorkommen:
 - in fettreichen Pflanzenteilen: Sonnenblumensamen, Weizenkeimen, Sesam, Sojabohnen, Kürbiskernen
 - besonders die unbehandelten *nativen* Öle, Fette und Samen
 - β -Sitosterol ist mit ca. 65 % das in der normalen Nahrung am häufigsten vertretene Phytosterol

Phytosterol

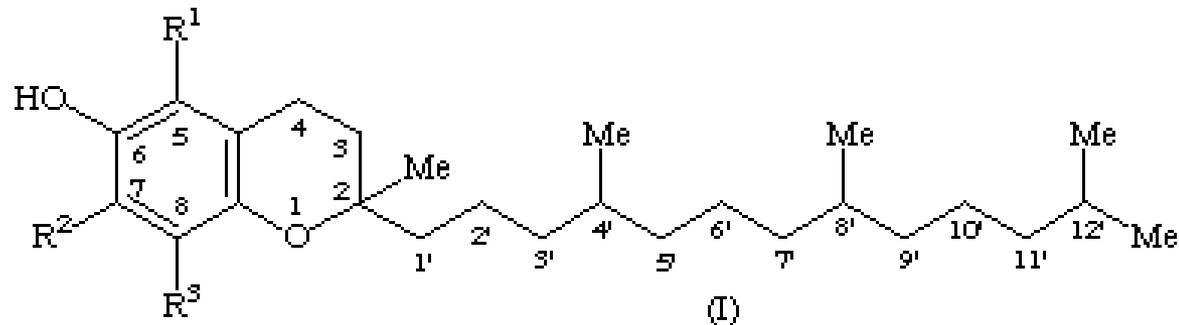
- 5–10 % der verzehrten Menge werden resorbiert
- sind die unverseifbaren Bestandteile von Pflanzenfetten und –ölen
- durch Anwesenheit von Phytosterolen wird die Aufnahme von Cholesterin reduziert
- insgesamt aber eine leichte Senkung des Gesamt- und des LDL-Cholesterins (Teilkompensation).
- eine beschleunigte Ausscheidung der resorbierten Sterole
- **ABER** - aufgrund ihrer starken Ähnlichkeit zum Cholesterin haben sie Arteriosklerose auslösendes Potential!

Fettlösliche Vitamine

- A: Retinol, Carotinoide (Provitamin A)
- D: Calciferole
- E: Tocopherole, Tocotrienole
- K: Phyllochinon

Struktur von Vitamin E

- Tocopherole leiten sich von Tocol ab



- Unterscheidung der Tocopherole durch Anzahl und Position der ringständigen Methylgruppen

Vorkommen von Vitamin E

Nahrungsmittel	Menge	In mg
Weizenkeimöl	1 Esslöffel	37,2
Sonnenblumenkerne	25 g	26,8
Mandeln	50 g	18,2
Pecannüsse	50 g	17,9
Haselnusskerne	50 g	17,2
Sonnenblumenkernöl	1 Esslöffel	12,7
Erdnüsse	50 g	7,0

Physiologische Bedeutung

- Antioxidative Wirkung
 - Schützt empfindliche Stoffe vor Oxidation
 - Trägt somit zur Stabilisierung von ungesättigten Fettsäuren, Vitamin A bzw. beta Carotin, Hormonen und Enzymen bei
- Verlangsamung der Aggregation von Blutplättchen
- Schützt Zellen vor Umwelteinflüssen – stärkt das Abwehrsystem
- Stärkt den Kreislauf
 - Schützt vor Gefäßerkrankungen und hilft den Cholesterinspiegel unter Kontrolle zu halten (senkt Blutfettgehalt)

Physiologische Bedeutung

- Umwandlung von Arachidonsäure in Prostaglandine
 - Prostaglandine bestehen aus mehrfach ungesättigten Fettsäuren und wirken ähnlich wie Adrenalin
 - Beeinflussen Herztätigkeit und Blutdruck
- Schutz der Zellmembrane
- Verbessert die Durchblutung
- Begünstigt die Wundheilung
 - „Waffe“ gegen Herpes und Gürtelrose

Ernährungsphysiologische Aspekte

- Fette mit niedrigerem Schmelzpunkt liegen im Verdauungstrakt in flüssiger Form vor → Verdauungssäfte können Fett leichter aufspalten und abbauen
- Beurteilung der Speisefette nach dem Gehalt an Linolsäure (Sonnenblumenöl 63-65%, Maiskeimöl 50-57%, Sojaöl 50%, Kürbiskernöl 52%)
- Gehalt an essentiellen Fettsäuren (Öl-, Linol-, Linolen-, Arachidonsäure)
- Trans-Fettsäuren

Fettsäure-Spektren von Ölen

(Durchschnittswerte in %, geordnet nach SAFA)

	SAFA gesättigt	MUFA einfach ungesättigt ω -9	PUFA mehrfach ungesättigt	
			ω -6	ω -3
Fruchtfleischöle				
Olivenöl	14	75,5	9,5	1
Palmöl	53	37	9,5	0,5
Samenöle				
Rapsöl	7	62	21	10
Saflor- (Distel-) Öl	9	13	77,5	0,5
Walnußöl	9	16,5	60,5	14
Leinöl	10	18	14	58
Traubenkernöl	11	17,5	71,5	0,5
Sonnenblumenöl	12	25	62,5	0,5
Maiskeimöl	13	34	52	1
Sojaöl	14,5	21,5	56	8
Fischöle				
Lachs	22	42	34,8	1,2
Forelle	28,6	33,3	38,1	
Makrele	30,7	38,6	28,7	2
Hering	31,5	50	17,5	1
Thunfisch	36,1	24,2	37,7	2

Fettsäure-Spektren von pflanzlichen Ölen und Fetten

(Durchschnittswerte in %)

Pflanzliche Öle	SAFA				MUFA		PUFA
	Total	C4-C10	C12-C16 +> C20	C18:0	C18:1 cis	C18:1 trans	
Olivenöl	14	-	11,5	2,5	75,5	-	10,5
Rapsöl	7	-	5	2	62	-	31
Sojaöl	14,5	-	10,5	4	21,5	-	64
Maiskeimöl	13	-	10,5	2,5	34	-	53
Sonnenblumenöl	12	-	7	5	25	-	63
Safloröl	9	-	7	2	13	-	78
Pflanzliche Fette							
Palmöl	53	-	45	8	37	-	10
Kokosfett	90,5	14	74	2,5	7	-	2,5

Die für die menschliche Ernährung bedeutendsten Omega-Fettsäuren zeigt folgende Tabelle,

Bezeichnung	Kettenlänge und Zahl der Doppelbindungen	Wichtigste Nahrungsquellen
<i>Omega-3-Fettsäuren</i>		
alpha-Linolensäure	C 18:3	Leinöl, Sojaöl, Rapsöl, Margarine
Eicosapentaensäure (=Timnodonsäure)	C 20:5	Seefische (Makrele, Lachs, Hering, Sardine, Thunfisch)
Docosahexaensäure	C 22:6	Seefische
<i>Omega-6-Fettsäuren</i>		
Linolsäure	C 18:2	Distelöl, Sojaöl, Sonnenblumenöl, Margarine
Arachidonsäure	C 20:4	Fleisch, Milch (nur in geringen Mengen)

Quelle: Singer, P.: Was sind Omega-3-Fettsäuren?, Frankfurt 1994

wobei der Gehalt an verschiedenen Omega-Fettsäuren aus folgender Übersicht zu ersehen ist.

Ölsorte	Ölsäure (C 18:1) ω -9	Linolsäure (C 18:2) ω -6	Linolensäure (C 18:3) ω -3	Eicosapentaensäure (C 20:5) ω -3	Docosahexaensäure (C 22:6) ω -3
Olivenöl	70	10	0	0	0
Maisöl	30	60	1	0	0
Leinöl	20	20	60	0	0
Lebertran	25	2	1	8	12
Fischöl	15	2	1	18	12

Literatur

- Michael Bockisch, Nahrungsfette und-öle, Handbuch der Lebensmitteltechnologie, Ulmer Verlag, 1993
- Omega-6 zu Omega-3-Verhältnis
<http://www.liebems.net/stichworte/mehrfungesfette>
- Fettsäuregehalt von diversen Fetten und Ölsorten
<http://www.liebems.net/stichworte/oelsorten>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Pflanzen%C3%B6le>
- <http://www.zentrum-der-gesundheit.de/fette-und-oele-ia.html>
- http://www.dgfett.de/material/welches_fett.pdf
- Codexkapitel B 30
- http://www.ernaehrung-nutrition.at/cms/nutrition/attachments/2/2/8/CH0163/CMS1346761308082/e7_8_2012_recht_3.pdf
- http://www.ama-marketing.at/home/groups/6/richtlinien/SPEISEFETTE_VERSIONSEPT_2002.PDF